

POWER SUPPLY AND ITS DESIGNING METHOD AND POWER GENERATING DEVICE

Publication number: JP2003333861

Publication date: 2003-11-21

Inventor: TAKEHARA NOBUYOSHI; TOYOMURA FUMITAKA; SUZUI MASAKI

Applicant: CANON KK

Classification:

- international: **H02J7/35; H02M3/337; H02J7/35; H02M3/24; (IPC1-7): H02M3/28; H02M7/48; H01L31/04**

- european: H02J7/35; H02M3/337C

Application number: JP20020136141 20020510

Priority number(s): JP20020136141 20020510

Also published as:



EP1361653 (A2)

US2003210562 (A1)

EP1361653 (A3)

AU2003204103 (A1)

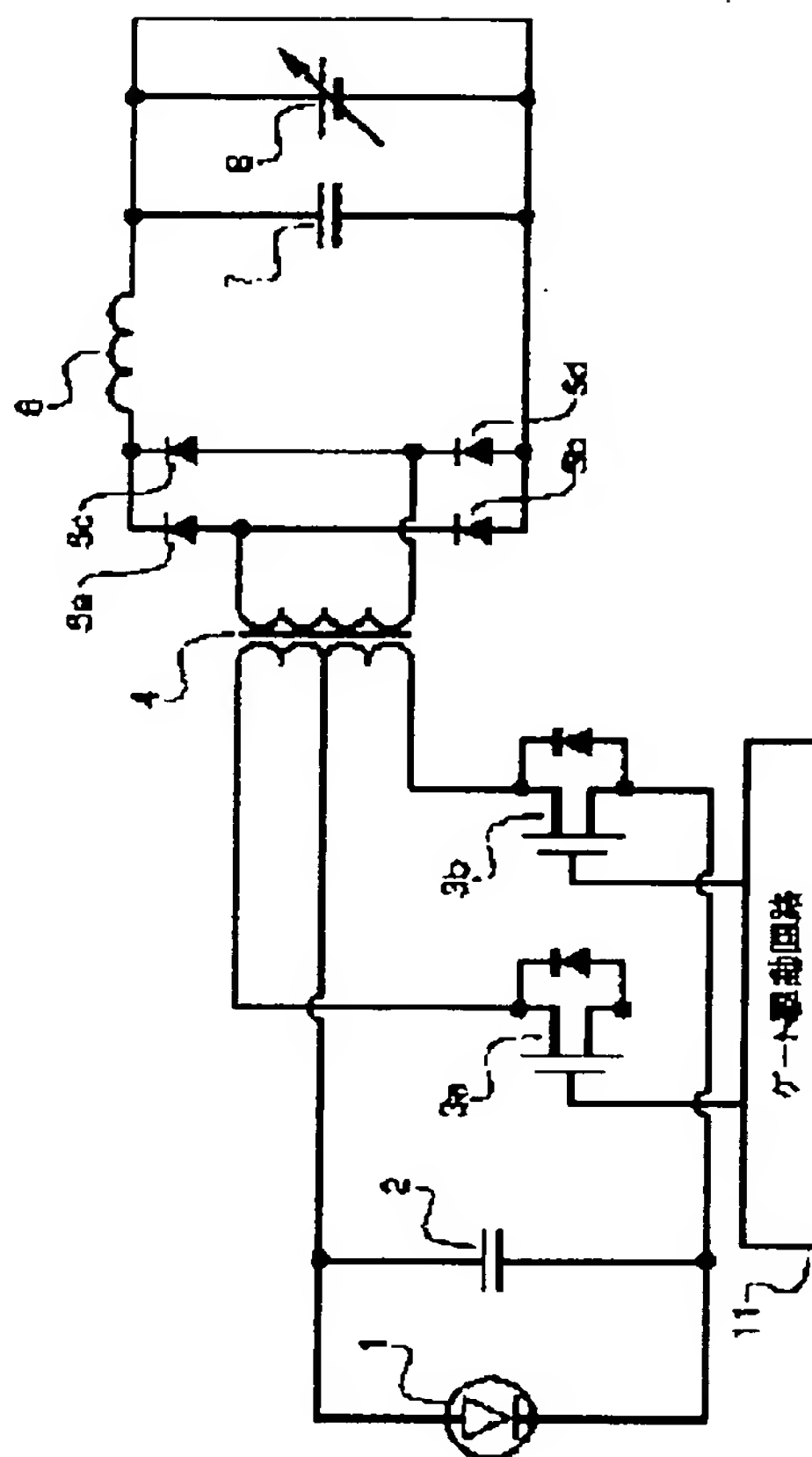
Report a data error here

Abstract of JP2003333861

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that the switching loss of a switching element increases when a high switching frequency is used, though an increase in switching frequency is effective for downsizing a power supply.

SOLUTION: In a power supply comprising a transformer 4 having extremely a high boosting ratio and switching elements 3a and 3b that supply AC power to the primary side of the transformer 4, the frequency of the AC power is set to a frequency 0.25 to two times as high as the self-resonance frequency of the transformer 4.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-333861

(P2003-333861A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
H O 2 M 7/48		H O 2 M 7/48	R 5F051
H O 1 L 31/04		3/28	Q 5H007
// H O 2 M 3/28		H O 1 L 31/04	K 5H730

審査請求 未請求 請求項の数 1 1 O L

(全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-136141(P2002-136141)

(22)出願日 平成14年5月10日(2002.5.10)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 竹原 信善

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ
ン株式会社内

(72)発明者 豊村 文隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ
ン株式会社内

(74)代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外3名)

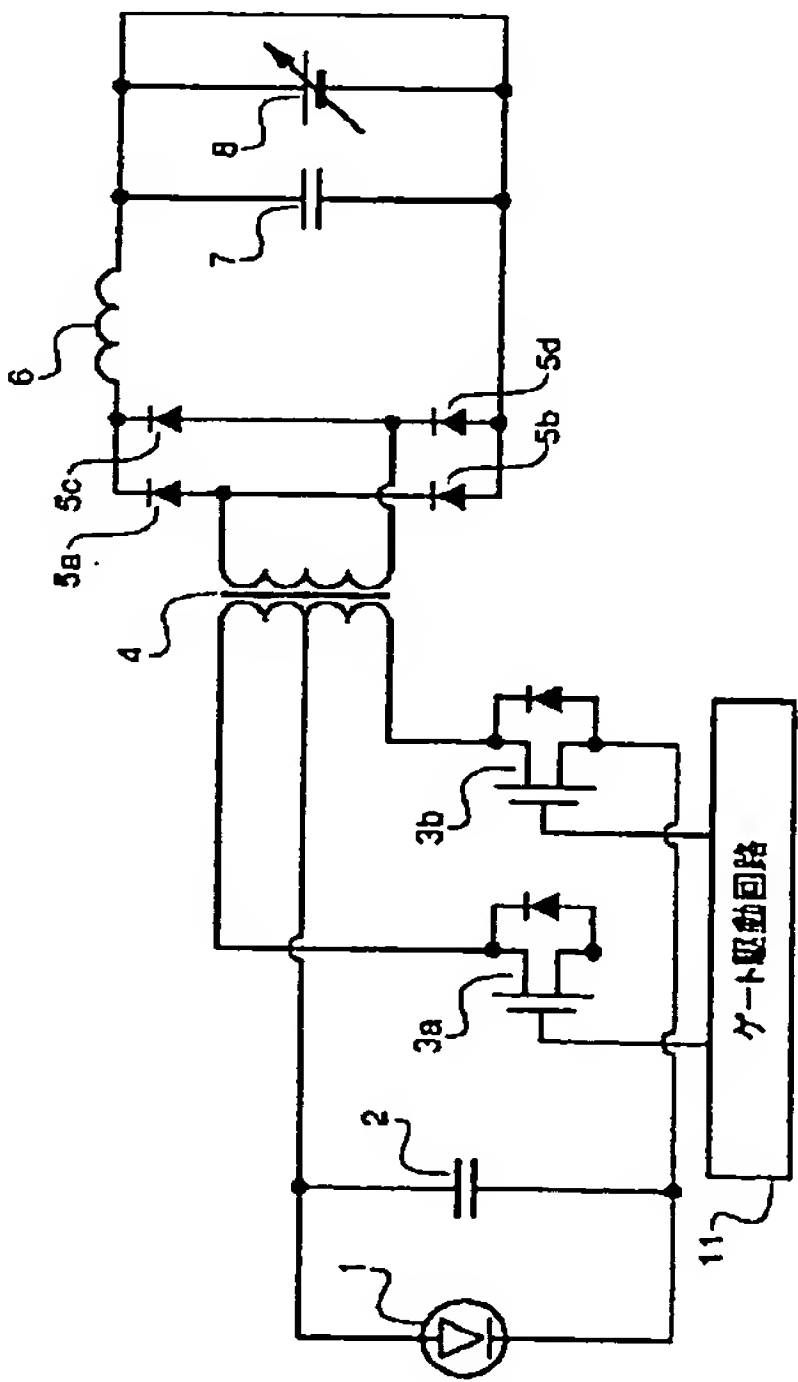
最終頁に続く

(54)【発明の名称】電源装置およびその設計方法、並びに、発電装置

(57)【要約】

【課題】 電源装置の小型化にはスイッチング周波数の高周波化が有効である。しかし、スイッチング周波数を高周波化すればスイッチング素子のスイッチング損失が増大する。

【解決手段】 昇圧比が極めて高いトランス4、および、トランス4の一次側に交流電力を供給するスイッチング素子3aおよび3bを有する電源装置において、その交流電力の周波数をトランス4の自己共振周波数の0.25倍から二倍に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 昇圧比が極めて高いトランスと、前記トランスの一次側に交流電力を供給する複数のスイッチング素子とを有し、前記交流電力の周波数は、前記トランスの自己共振周波数の0.25倍から二倍であることを特徴とする電源装置。

【請求項2】 前記交流電力の周波数は、前記トランスの自己共振周波数の0.5倍から一倍であることを特徴とする請求項1に記載された電源装置。

【請求項3】 前記スイッチング素子は、固定のオンデューティで駆動されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載された電源装置。

【請求項4】 さらに、前記トランスの二次側に接続される複数の整流素子を有し、入力される直流電力を所定電圧の直流電力に変換することを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載された電源装置。

【請求項5】 前記入力直流電力は太陽電池または燃料電池から直接供給されることを特徴とする請求項4に記載された電源装置。

【請求項6】 前記トランスは、その一次側にセンタタップを有し、前記トランスおよび前記複数のスイッチング素子はブッシュプルスイッチング回路を構成することを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載された電源装置。

【請求項7】 前記トランスの昇圧比は1:100以上であることを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載された電源装置。

【請求項8】 昇圧比が極めて高いトランス、および、前記トランスの一次側に交流電力を供給する複数のスイッチング素子を有する電源装置の設計方法であって、前記交流電力の周波数を、前記トランスの自己共振周波数の0.25倍から二倍に設定することを特徴とする設計方法。

【請求項9】 前記交流電力の周波数を、前記トランスの自己共振周波数の0.5倍から1倍に設定することを特徴とする請求項8に記載された設計方法。

【請求項10】 請求項1から請求項7の何れかに記載された電源装置と、前記電源装置に直流電力を直接供給する太陽電池または燃料電池とを有することを特徴とする発電装置。

【請求項11】 さらに、前記電源装置から出力される直流電力を交流電力に変換して交流電力系統へ連系する電力変換装置を有することを特徴とする請求項10に記載された発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電源装置およびその設計方法、並びに、発電装置に関し、例えば、太陽電池から供給される直流電力を変換する電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 太陽光発電システムの実用化が急速に進み、多数の太陽光発電システムが市場で運転されるようになった。これらは、太陽電池およびスイッチング素子を用いる高効率の電力変換装置を備える電源装置である。

【0003】 図1は太陽電池電源の回路構成を示す図である。太陽電池アレイ91の出力は、昇圧コンバータ92によって電圧が高められ、インバータ93によって交流電力に変換されて、商用電力系統（以下「系統」と呼ぶ）9に供給される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前述したインバータやコンバータを小型化するには、スイッチング周波数の高周波化が有効である。太陽電池電源においても、トランス、インダクタ、平滑キャパシタなどを小型化するために、スイッチング周波数の高周波化が試みられている。しかし、スイッチング周波数を高周波化すればスイッチング素子のスイッチング損失が増大する。

【0005】 スwitching損失の増加に対処するために、共振型のスイッチング方式を採用することも考えられるが、負荷が変動し易い太陽電池電源の場合は、電流または電圧のゼロ点にスイッチングタイミングを制御することは非常に難しい。そのため、現状、共振型のスイッチング方式を採用した太陽電池電源の市販品はない。

【0006】 本発明は、上述の問題を個々にまたはまとめて解決するためのもので、電源装置の変換効率の向上を目的とする。

【0007】 変換効率が高い電源装置の設計を容易にすることを他の目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記の目的を達成する一手段として、以下の構成を備える。

【0009】 本発明にかかる電源装置は、昇圧比が極めて高いトランスと、前記トランスの一次側に交流電力を供給する複数のスイッチング素子とを有し、前記交流電力の周波数は、前記トランスの自己共振周波数の0.25倍から二倍であることを特徴とする。

【0010】 本発明にかかる設計方法は、昇圧比が極めて高いトランス、および、前記トランスの一次側に交流電力を供給する複数のスイッチング素子を有する電源装置の設計方法であって、前記交流電力の周波数を、前記トランスの自己共振周波数の0.25倍から二倍に設定することを特徴とする。

【0011】 本発明にかかる発電装置は、上記の電源装置と、前記電源装置に直流電力を直接供給する太陽電池または燃料電池とを有することを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】 【概要】 本発明者らは、非共振型のスイッチング方式において小型、高効率化の可能性を追求した。その結果、インバータの入力電圧を下げ、ト

ランスの自己共振周波数を上げ、トランスに接続されているスイッチング素子を、後述するスイッチング周波数で駆動することで、小型化および高効率化が達成できるという知見を得た。従来、トランスの構造に依存する電気特性と、スイッチング周波数との関係については、確固たる知見がなく、半ば経験的にスイッチング周波数が定められていた。しかし、本発明者らの鋭意研究により、高変換効率を得るための簡単な設計法が明らかになった。

【0013】以下では、トランスを用いる非共振型のスイッチング方式を採用する電力変換装置において、高い変換効率を得られるスイッチング周波数の決定方法を明らかにし、小型で変換効率が高い、簡素で安価な太陽電池電源を開示する。

【0014】

【第1実施形態】図2は実施形態の太陽電池電源の回路構成例を示す図である。

【0015】〔太陽電池〕太陽電池1には、アモルファス層と微結晶層とが積層された薄膜太陽電池を使用した。太陽電池1の性能は、強日射（スペクトルAM1.5、10 20 $0\text{mW}/\text{cm}^2$ 、セル温度 55°C ）において、電気出力 1.0V 、 10.0A である。このような積層太陽電池の構造や製法、集電端子の取り付け方法などは本発明の本質とは関係がないので、詳細な説明は省略するが、特開平11-243219号公報や特開平8-139439号公報などに開示されている。また、太陽電池の種類には制限はなく、結晶シリコン太陽電池でも構わない。つまり、負荷に供給すべき電力に応じて必要な出力が得られる太陽電池を選べばよい。なお、最近進歩の著しい燃料電池も、太陽電池と類似の出力電圧（ $0.5\sim 1.5\text{V}$ 程度）および電流（面積依存）を有し、実施形態の構成要素として採用可能である。

【0016】〔電力変換回路〕電力変換回路の一次側の方式として、実施形態では、非共振型のブッシュプルスイッチング方式を採用する。太陽電池1の電圧が 1.0V と低いため、スイッチ素子3aおよび3bにはMOS FET（International Rectifier社製、型名IRFP3703）を使用する。低電圧領域で損失を低く保つには、低抵抗のスイッチング素子が必要で、事実上、ユニポーラ素子であるMOS FET 40 だけしか選択の余地はない。太陽電池1の電圧がもっと高ければ、IGBTのようなバイポーラ素子も使用可能になる。MOSFETやIGBTは、ゲートの入カインピーダンスが極めて高く、駆動回路の簡単化にも好都合である。

【0017】電力変換回路の入力電源が電圧源と見なせるように、入力キャパシタ2には、三洋電機製 $6.3\text{V } 1000\mu\text{F}$ （商品名OSコン）を使用する。OSコンは等価直列抵抗(ESR)が低く、高周波特性も優れているため、実施形態に好適である。その他、積層セラミックキャパシタやタンタル電解キャパシタなど、ESRが小さいキャパシタも使用可能である。入力キャパシタ2によって、電力変換回路の入力電源は電圧源と見なせるようになり、電力 50

変換回路は、所謂電圧型(Voltage Source)コンバータと呼ばれるものになる。

【0018】図3はゲート駆動回路11の構成例を示すブロック図である。信号源41は、簡単化のために50%固定のオンデューティをもつ矩形波を発振する回路（リニア・テクノロジー社製LTC1799）である。信号源41から出力される矩形波は、バッファとして機能するインバータ（CMOSロジックIC、型名74AC04）42aおよび42bを介して、インバータ（CMOSロジックIC、型名74AC04）六つの並列接続によって構成した電流アンプで増幅され、スイッチング素子3aおよび3bを駆動する、位相が逆の二つのゲート信号として出力される。なお、このような構成のほか、市販オペアンプを使用するなど、多数の公知公用の回路がゲート駆動回路11として使用可能である。

【0019】〔整流回路〕整流ダイオード5aから5dは、耐圧 200V 、最大電流 0.6A の表面実装タイプのチップ型高速整流ダイオード（General Semiconductor社製、型式ES1D）を使用し、フルブリッジ回路を構成する。フルブリッジ回路を使用することで、トランス4の二次側にセンタタップが不要になり、トランス4を小型化する効果がある。なお、実施形態では、トランス4の昇圧比が高いため、二次側の電流は比較的小さい。この条件下では、トランス4に比べてダイオード5aから5dは非常に小さく、トランス4を小型化することは電力変換装置全体の小型化に大きく寄与する。

【0020】インダクタ6は、市販の表面実装インダクタ（コイルクラフト社製、 $2.2\mu\text{H}$ ）を使用する。出力キャパシタ7には市販の電解コンデンサ（ 400V 、 $220\mu\text{F}$ ）を使用する。これら部品の選択には特別な制限はなく、出力電圧、出力電流、スイッチング周波数に応じて、所謂設計的な配慮を行った上で、適切な市販品を選択すればよい。

【0021】〔トランス〕トランス4は、本発明者らの研究結果から自己共振周波数が高いものが好ましいことが判った。このようなトランスを構成するには、漂遊容量(stray capacity)を低減するために、具体的には巻線のターン数を少なくすることが好ましい。しかし、ターン数を減らせば磁気コアの磁束密度が増加して鉄損が増えるため、磁気コアを大きくしなければトランスとしての効率が低下し、小型かつ高効率の電力変換装置を得ることができないという、新たな問題が発生する。そこで、本発明者らは、トランス4の一次側の電圧を低電圧（具体的には 2.0V 以下）に抑えることで、磁気コアをさほど大きくせずに、ターン数を抑えることができるという点に注目した。

【0022】つまり、トランス4の一次巻線に加える電圧を 2.0V 以下にすることで、一次巻線のターン数を1~5程度に抑え、効率の高いトランスにすることができる。そして、一次巻線のターン数を抑えれば、二次巻線のターン数も抑えることになり、トランス4に寄生する漂遊

容量を抑えることができる。

【0023】さらに、低電圧の入力で系統に連系する太陽光電源は、一次および二次巻線のターン数比（変圧比）が大きくなり、二次巻線のターン数を一次巻線のターン数の100倍以上とする必要がある。このため、巻線自体のインダクタンスも高くなる傾向があるが、一次巻線のターン数を抑えることで、二次巻線のターン数が減り、巻線自体のインダクタンスも抑えることができる。

【0024】トランス4の自己共振周波数は10kHzから40*

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EI型

有効磁路断面積：0.339cm²

有効磁路長：2.85cm

比透磁率：2300

飽和磁束密度：510mT

=====

コイル部

一次巻線：1ターン×2（二並列、センタタップ有り）

二次巻線：200ターン

変圧比：200

一次巻線の線材：ウレタン絶縁電線、直径0.1mm、16本

二次巻線の線材：ウレタン絶縁電線、直径0.2mm

=====

【0026】〔トランスの自己共振周波数の測定〕トランス4の自己共振周波数の測定には、市販の周波数応答分析器（（株）NF回路ブロック製、型式FRA5095）を用いる。図4はトランスの自己共振周波数を測定する際の結線を示す図である。トランス4の二次側を開放した状態で、一次側に測定器31を接続し、トランス4に供給する信号の周波数を変えながらトランス4のインピーダンスを測定し、インピーダンスが極大になる周波数を自己共振周波数とする。この方法で測定を行うと、複数の共振点が現われるが、実施形態で大事なものは最も低い周波数の共振点で、この共振点がトランス4に固有の特性を最もよく表す。上記の仕様で作成したトランス4の自己共振周波数は88kHzであった。なお、自己共振周波数の測定は、市販のインピーダンスメータを用いるなど、他の方法でもよい。

【0027】〔負荷〕負荷8には、定電圧運転の可能な電子負荷装置を使用する。これはバッテリーの代替品で、実使用下ではバッテリーや抵抗負荷などが相当する。なお、実施形態の電力変換装置を、図1に示す昇圧コンバータ92の代りに使用すれば、系統9に連系するインバータ93が負荷である。

【0028】〔電源装置の動作確認〕スイッチング周波数を変えながら、強日射（1.0kW/m²、セル温度55℃）下

*0kHzが好ましいが、さらに好ましくは20kHzから200kHzがよい。このような自己共振周波数を有するトランス4を使用して、後述するスイッチング周波数でスイッチング素子を駆動すると、非共振型の電源装置として望ましい20kHzから200kHzのスイッチングができる。この周波数でスイッチング素子を駆動すると、騒音がなく、スイッチング素子のスイッチング損失も低く好ましい。

【0025】トランス4の仕様は下記のとおりである。

で、実施形態の太陽電池電源を動作させたところ、図5に示すように、自己共振周波数(88kHz)よりやや低いスイッチング周波数で変換効率が最高に達した。スイッチング周波数が22kHzを下回る場合や196kHzを超える場合は変換効率が急減した。この結果から、本発明者らが見出した周波数領域、すなわち自己共振周波数の0.25倍から二倍の周波数領域で変換効率の変化が小さく、高い変換効率が維持されることがわかる。とくに、自己共振周波数の0.5倍から一倍の周波数領域で、非常に高い変換効率が得られた。

【0029】変換効率のよい周波数領域の存在は、学術的には、下限域は磁気コアの非線形性（飽和）に関連し、上限域はトランスに加わる矩形波が多くの高調波成分を含むことによる無効電流の増加、鉄損の増加、電線の交流抵抗の上昇、スイッチング素子の損失上昇などに起因すると推量される。しかしながら、変換効率が良好になる周波数領域を簡単に特定できるパラメータが何なのかは従来は明確ではなかった。本発明者らは、鋭意研究の結果、トランスの自己共振周波数をパラメータとすることで、極めて簡単に変換効率の高い周波数領域を特定できることを見出した。

【0030】トランスの一次側の電圧が低く、電流が大きい（実施形態では1V、10A）場合、かつ、昇圧比が1:1

00を超える条件においては、一次巻線の並列化および二次巻線の高ターン数化により、トランスに使用される電線の量が多くなり、トランスに寄生する漂遊容量が増え、自己共振周波数を低下させる一因になる。また、変換効率を向上するために、高透磁率の磁性材を磁気コアに使用して、漏れ磁束を減らして一次二次間の結合を高めるが、これは一次側のインダクタンスを増やすことになり、一層、自己共振周波数を下げる方向に作用する。この事実は、本発明者らの研究によってわかったもので、昇圧比が高いトランスは、昇圧比が低いトランスに比べて、高い変換効率を得られる周波数領域が著しく狭くなる傾向にあると考えられる。従って、トランスの自己共振周波数からスイッチング周波数を簡単に決定可能*

*な点は極めて有効である。

【0031】

【第2実施形態】以下、本発明にかかる第2実施形態を説明する。なお、本実施形態において、第1実施形態と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0032】第2実施形態では、トランス4の構成、および、二次側の回路構成を変えても、第1実施形態と同様の効果が得られることを示す。

【0033】図6は第2実施形態の太陽電池電源の回路構成を示す図である。

【0034】〔トランス〕第2実施形態のトランス4の仕様を以下に示す。

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EI型

有効磁路断面積：0.450cm²

有効磁路長：4.80cm

比透磁率：2400

飽和磁束密度：500mT

=====

コイル部

一次巻線：1ターン×2（三並列、センタタップ有り）

二次巻線：175ターン

変圧比：175

一次巻線の線材：ウレタン絶縁電線、直径0.2mm、7本

二次巻線の線材：ウレタン絶縁電線、直径0.2mm

=====

【0035】第1実施形態と同様の方法で測定したところ、第2実施形態のトランス4の自己共振周波数は、第1実施形態のトランス4よりも大幅に低い37kHzであった。これは、第1実施形態のトランス4よりも磁気コアが大型化して、一次巻線のインダクタンスが増加したためと推測される。

【0036】〔負荷〕第2実施形態では交流負荷を使用した。具体的には、抵抗体である面状ヒータ（抵抗値1kΩ～10kΩ）を利用した。

【0037】〔動作確認〕第1実施形態と同様の条件下で、スイッチング周波数を変化させて、電力変換効率を測定したところ、図7に示すように、自己共振周波数(38kHz)よりやや低いスイッチング周波数で変換効率が最高に達した。そして、第1実施形態と同様に、本発明者らが見出した周波数領域で良好な変換効率を得られることが確認された。この結果から、負荷の種類やトランスの構成が変わっても、本発明者らが見出した周波数領域にスイッチング周波数を保てば、高い変換効率の維持が可能であることがわかる。

【0038】

【第3実施形態】以下、本発明にかかる第3実施形態を説明する。なお、本実施形態において、第1実施形態と略同様の構成については、同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0039】第3実施形態では、現在の太陽光発電システムの主流である系統連系型の発電システムへ本発明を適用する例を説明する。

40 【0040】図8は第3実施形態の太陽電池電源の回路構成を示す図である。

【0041】第3実施形態は、昇圧コンバータとして機能させる太陽電池電源701を20台、並列に接続して、その直流出力電力を系統連系型のインバータ13に供給し、系統9へ交流電力を供給する。つまり、系統9が負荷である。なお、太陽電池電源701はそれぞれ、そのトランス4以外は第1実施形態と同様の構成で、その出力は9～10Wである。太陽電池電源701を並列運転するのは、少なくとも100W程度の入力が必要とする、出力が数kWの市販のインバータ13を駆動するための措置である。勿論、太陽

電池電源701の出力(10W程度)に見合うインバータがあれば、太陽電池電源701を並列運転する必要はない。

*【0042】[トランス]第3実施形態のトランス4の仕様を以下に示す。

=====

コア部

材質：フェライト
形状：EI型
有効磁路断面積：1.014cm²
有効磁路長：6.71cm
比透磁率：2500
飽和磁束密度：510mT

=====

コイル部

一次巻線：1ターン×2(10並列、センタタップ有り)
二次巻線：175ターン
変圧比：175
一次巻線の線材：リッツ線(ウレタン絶縁電線、直径0.12mm、20本)
二次巻線の線材：ウレタン絶縁電線、直径0.12mm

=====

【0043】第3実施形態のトランス4の自己共振周波数は、第2実施形態のトランス4よりも磁気コアが大きいにも関わらず、第2実施形態のトランス4よりも高い46kHzであった。これは、リッツ線を用いたことや巻き方の工夫(第3実施形態では分割巻きを採用した)によってトランス4に寄生する漂遊容量が小さくなった、などが理由であると推測される。

【0044】自己共振周波数は、巻線方法の工夫や、磁気コアへ空隙(GapやCavity)を挿入することで変化させることが可能である。従って、スイッチング周波数を固定し、自己共振周波数を制御することでも変換効率の良好な太陽電池電源にすることが可能である。ただし、巻線構造など、多くの要因に影響されるため、スイッチング周波数を変更するほど簡単ではない。

【0045】[太陽電池電源]低電圧(1.0V)出力の太陽電池1から出力される10Aの電流をトランス4に低損失で供給するために、太陽電池1が有する集電端子とトランス4とを近接して設ける。具体的には、集電端子とトランス4の一次巻線とを電氣的に接続する距離は10cm以下とすれば、接続も容易で、損失も小さく抑えることができる。本質的には、接続のための配線の抵抗値を削減することが重要で、十分に太く短い配線で接続する。なお、太陽電池1の代りに燃料電池を接続することは容易で、燃料電池電源として応用可能であることはいうまでもない。

【0046】[インバータ]インバータ13には公知公用のものが多数使用できるが、第3実施形態では、フルブリッジ方式の主回路、および、最大電力制御回路を備える市販の系統連系型のインバータ(キャノン製SI-04、定格出力4.5kW)を使用した。発明の本質とは関連が薄

いので、ここではインバータ13の詳細な説明は省略する。また、系統9は一般的な60Hz、200V単相三線式の系統である。周波数や電圧変更は容易であり、50Hz、100Vなど必要に応じて選択できる。

【0047】[動作確認]他の実施形態と同様の動作確認を行い、スイッチング周波数に対する変換効率を測定した結果を図9に示す。やはり、自己共振周波数(46kHz)よりやや低いスイッチング周波数で変換効率が最高に達した。そして、他の実施形態と同様に、本発明者らが見出した周波数領域で良好な変換効率を得られることが確認された。この結果から、系統連系型のインバータ13を負荷としても、本発明者らが見出した周波数領域にスイッチング周波数を保てば、高い変換効率の維持が可能であることがわかる。

【0048】以上説明した各実施形態によれば、高い変換効率の電源装置を迅速に製作することができ、変換効率が向上した分、太陽電池電源の出力を増加させて、発電コストを安くすることができる。さらに、スイッチング素子を固定のオンデューティで制御すれば極めて簡素な電力変換回路になるので、電源装置のコストを下げることもできる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電源装置の変換効率を向上させることができる。

【0050】また、変換効率が高い電源装置の設計を容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】太陽電池電源の回路構成を示す図、

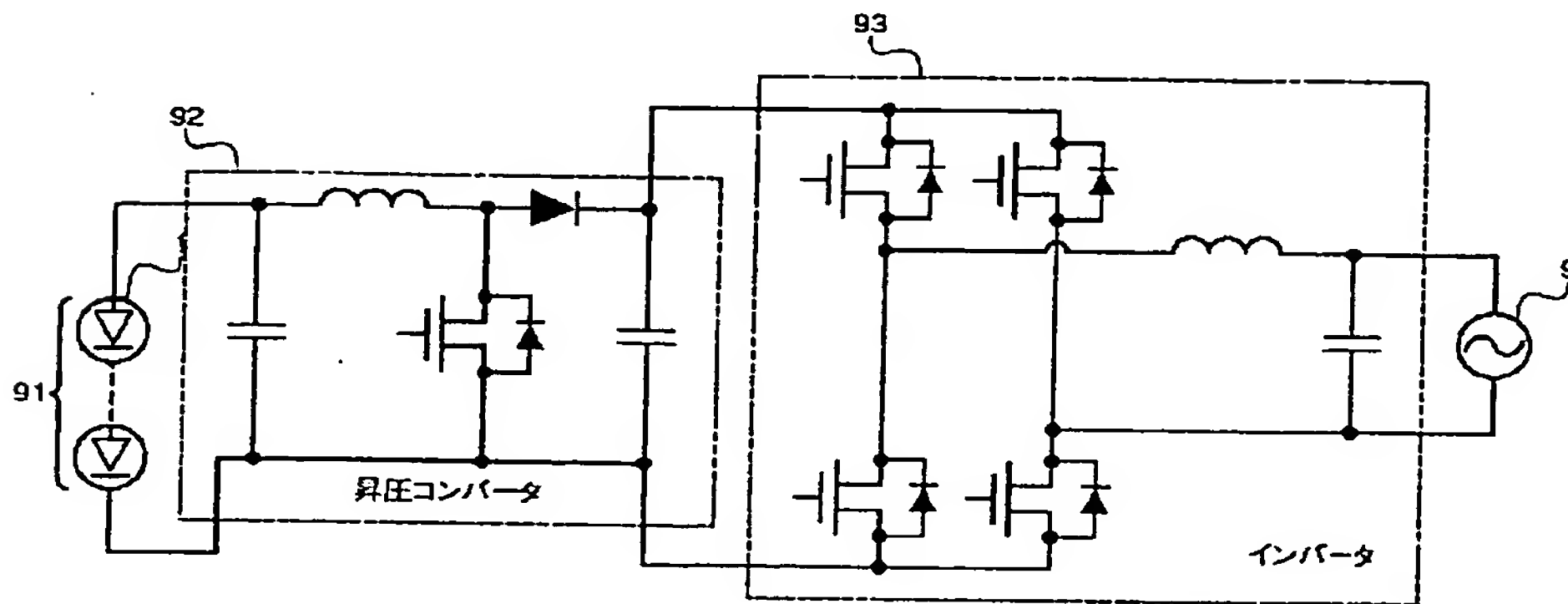
【図2】実施形態の太陽電池電源の回路構成例を示す

図、

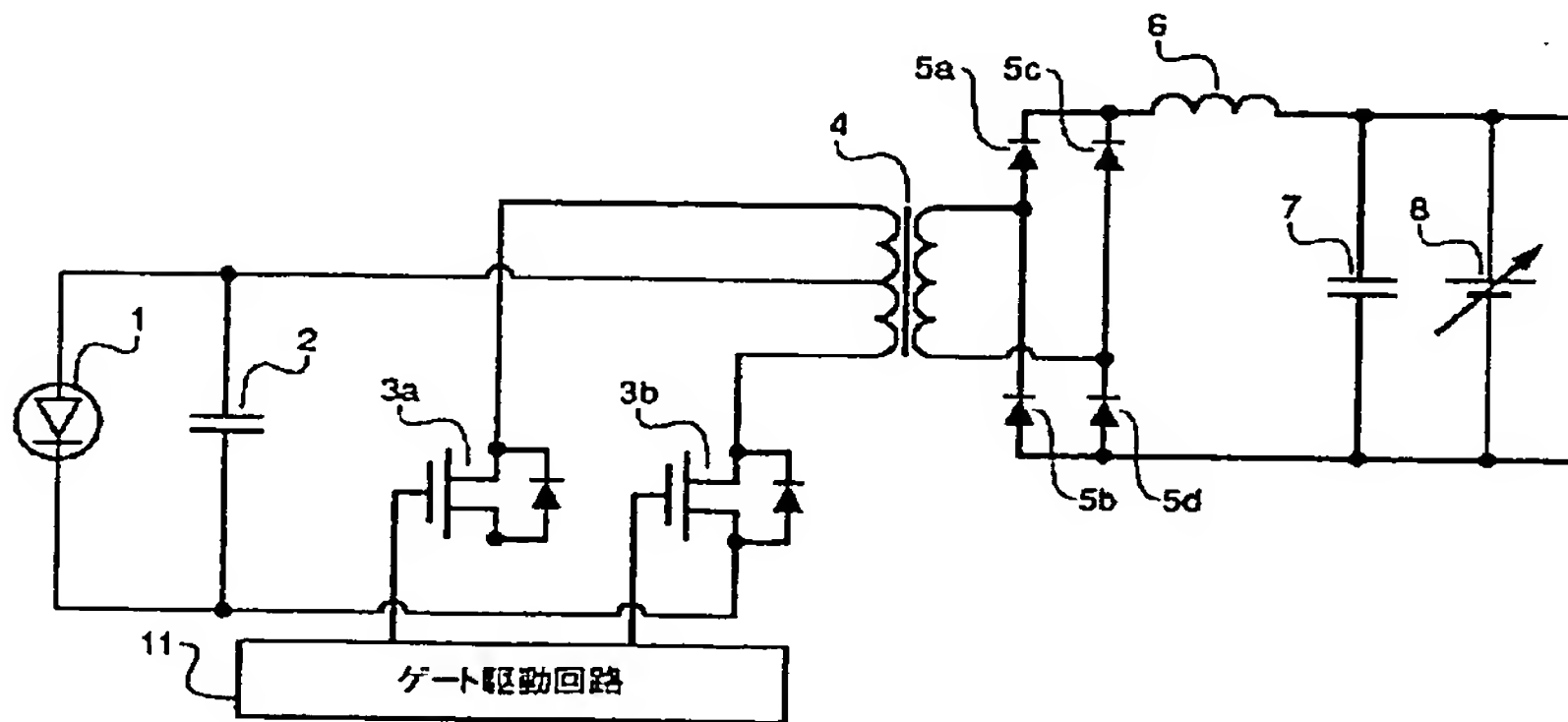
【図3】ゲート駆動回路の構成例を示すブロック図、
 【図4】トランスの自己共振周波数を測定する際の結線
 を示す図、
 【図5】スイッチング周波数に対する変換効率の測定結
 果を示す図、
 【図6】第2実施形態の太陽電池電源の回路構成を示す
 図、

【図7】第2実施形態のスイッチング周波数に対する変
 換効率の測定結果を示す図、
 【図8】第3実施形態の太陽電池電源の回路構成を示す
 図、
 【図9】第3実施形態のスイッチング周波数に対する変
 換効率の測定結果を示す図である。

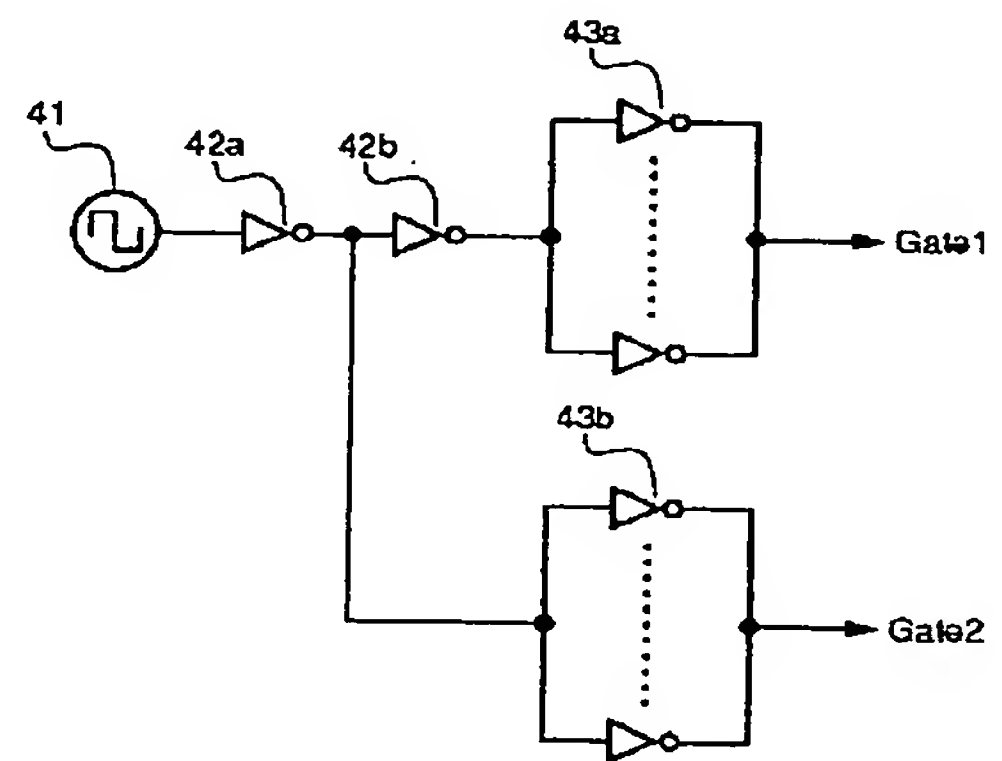
【図1】



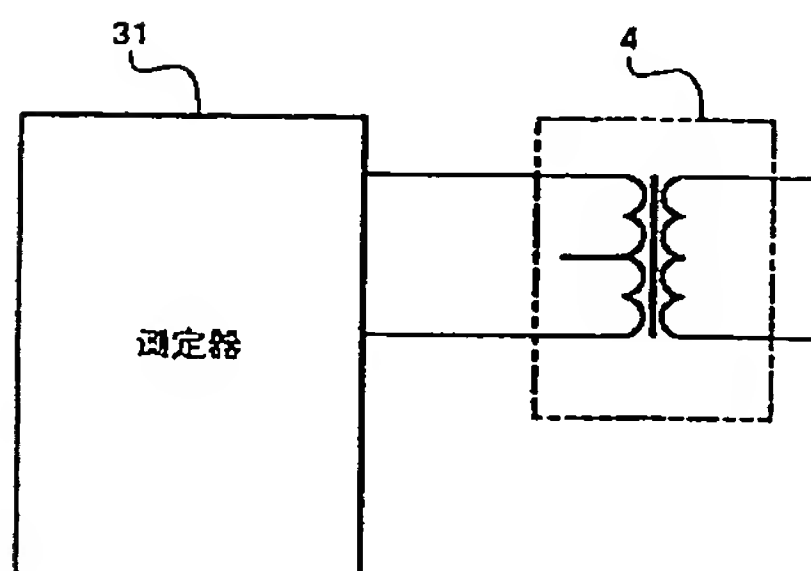
【図2】



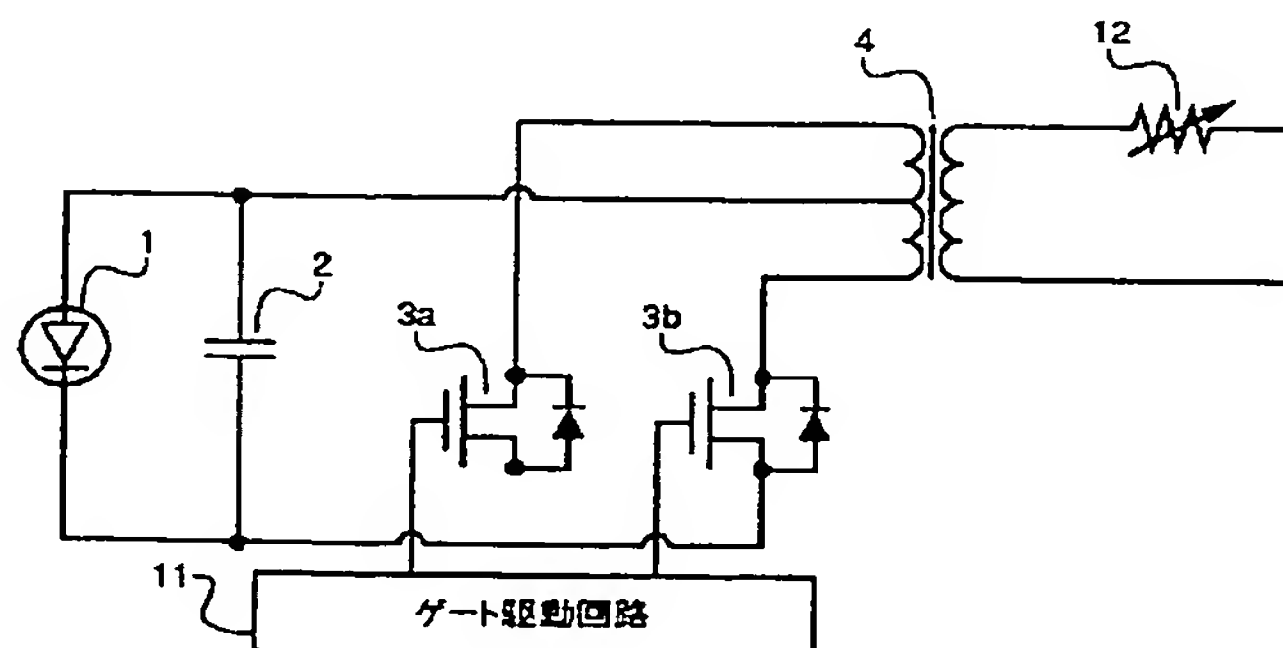
【図3】



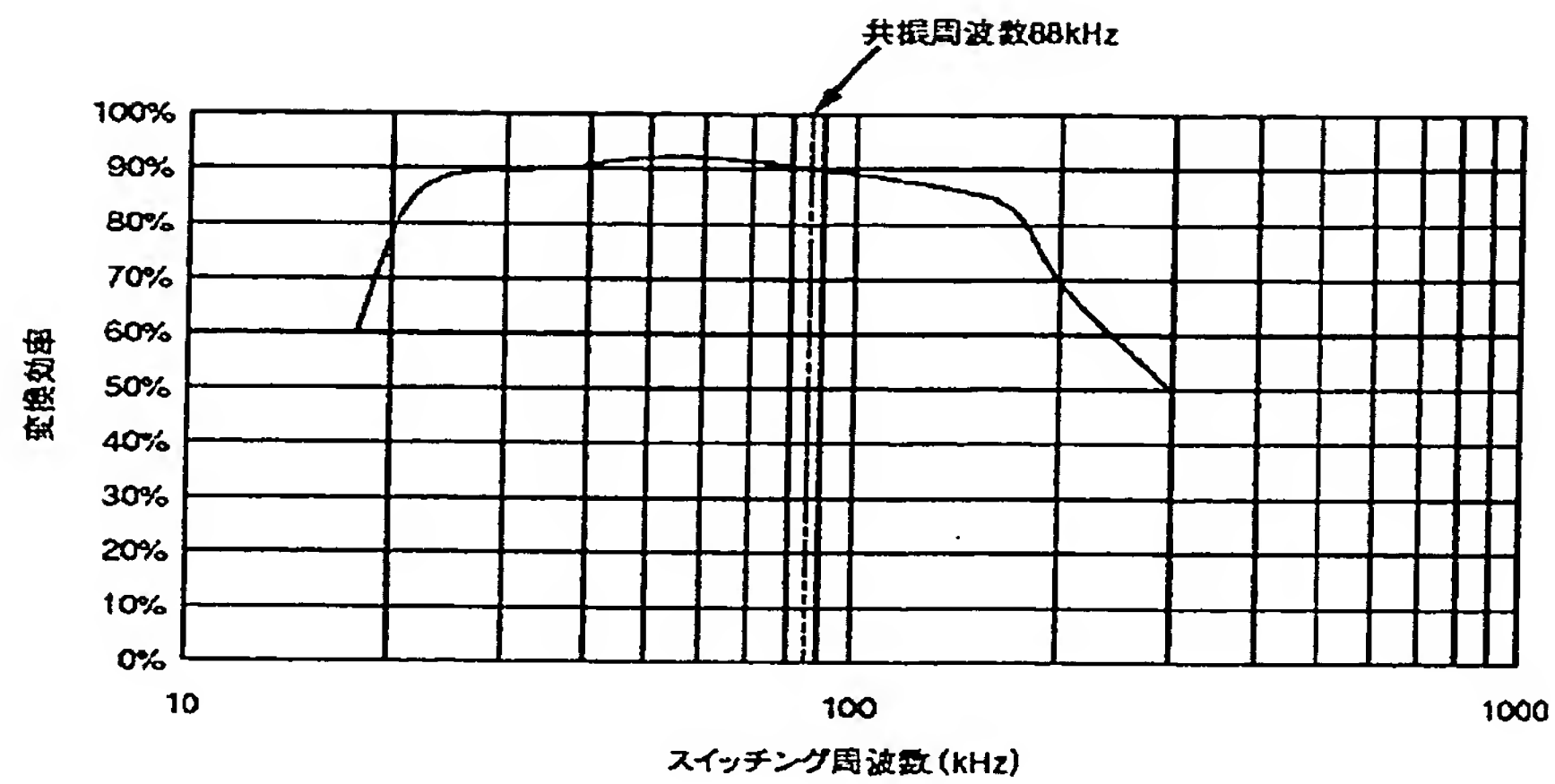
【図4】



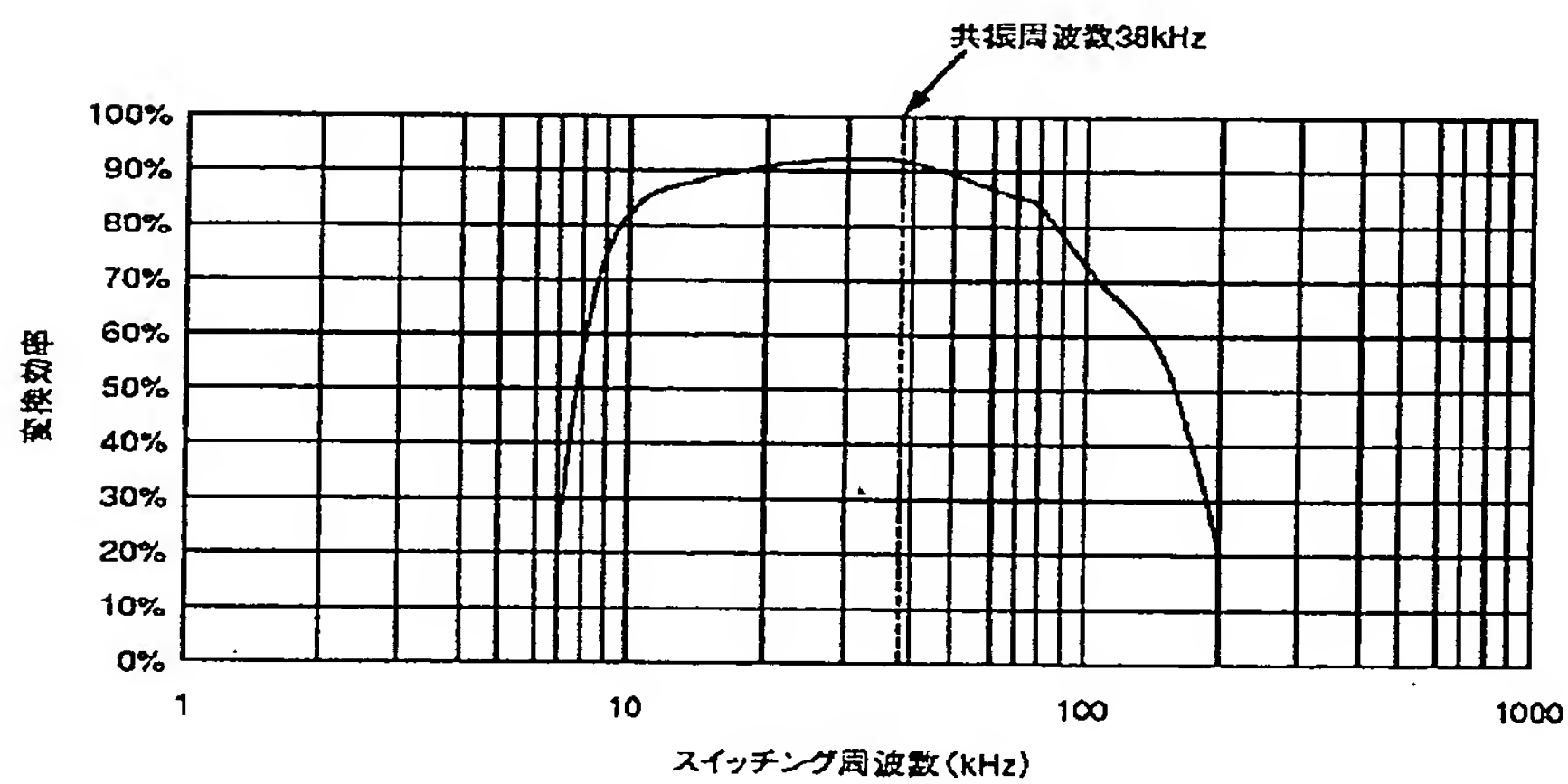
【図6】



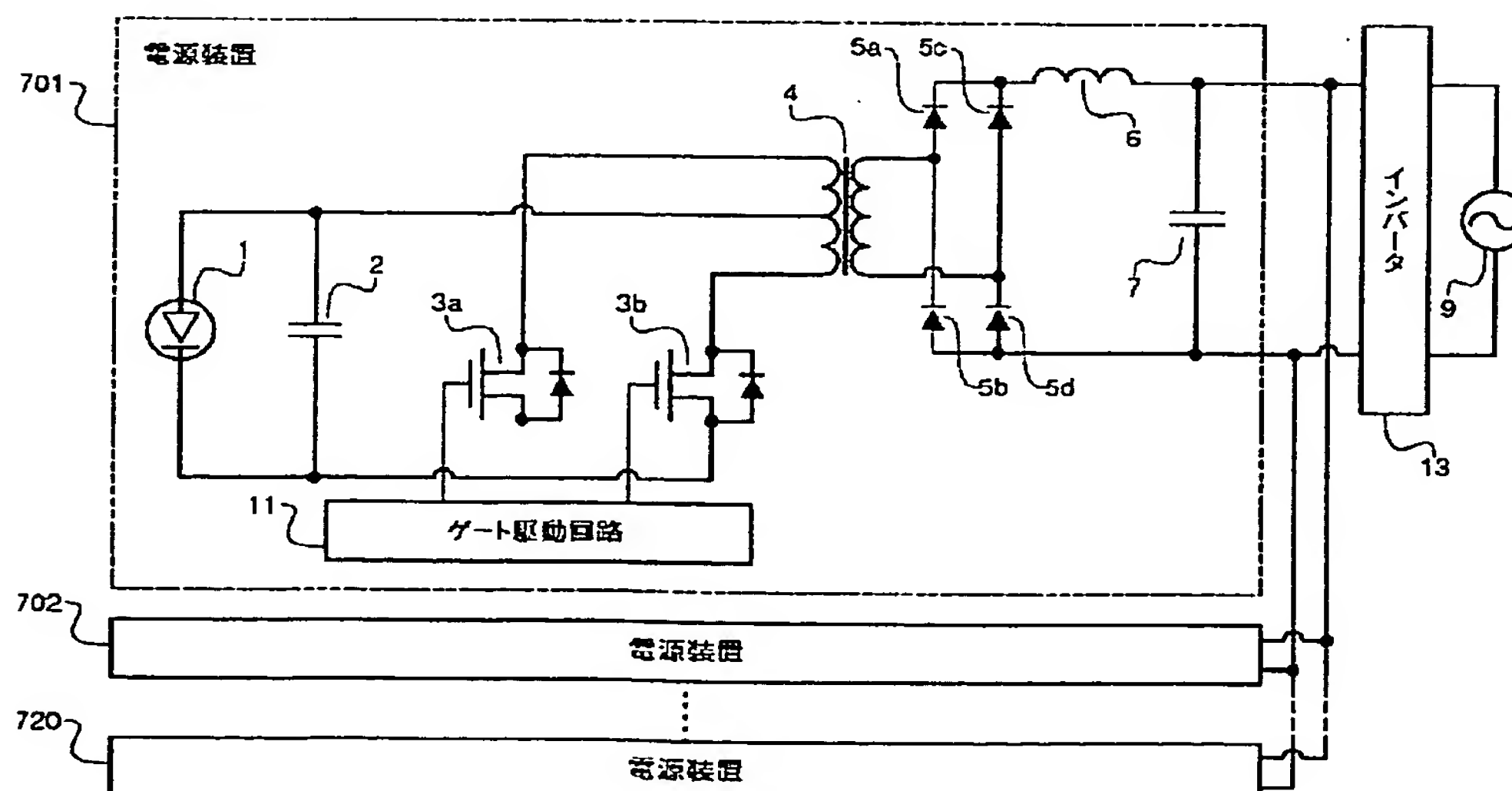
【図5】



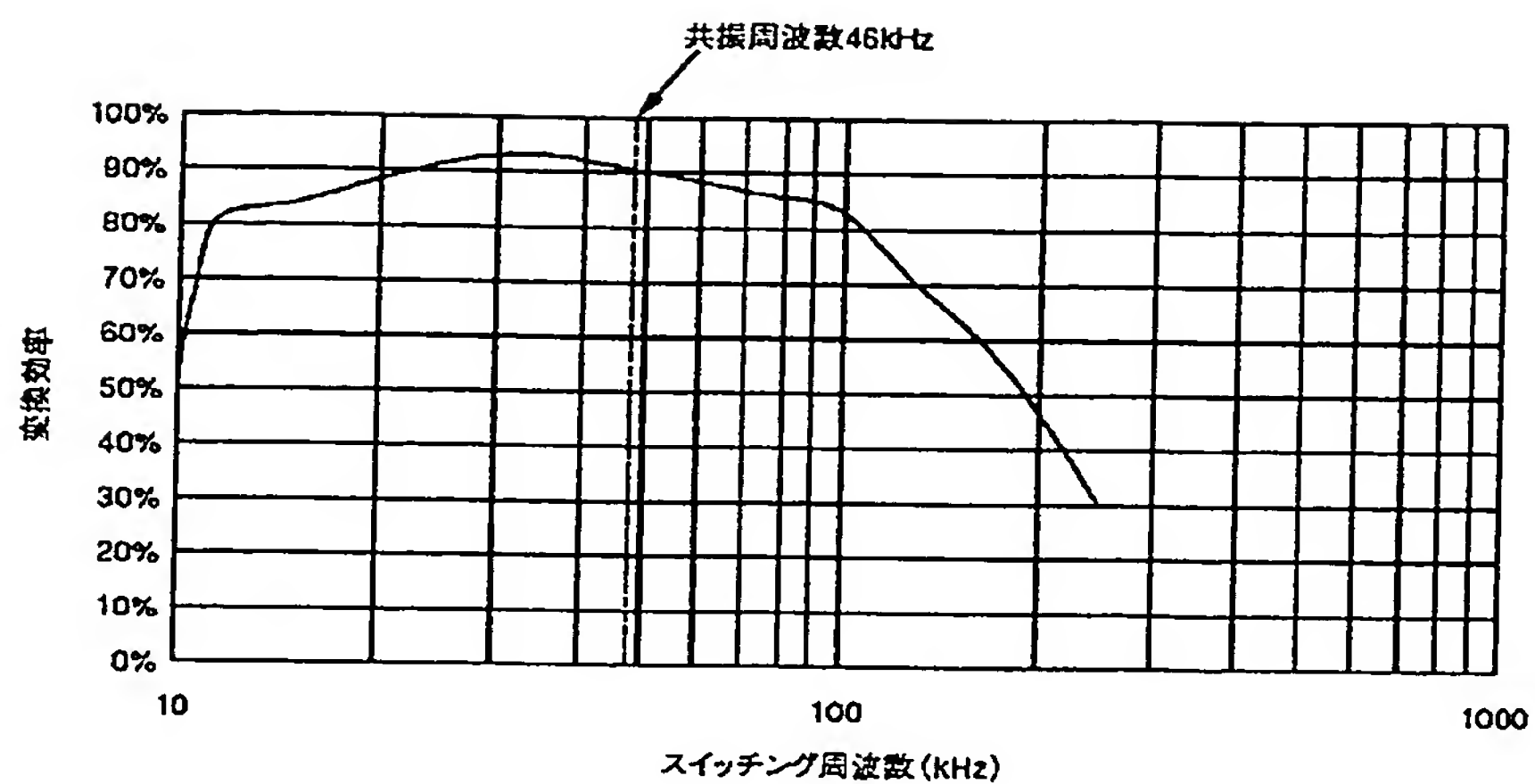
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 正毅
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

Fターム(参考) 5F051 KA04
5H007 AA03 BB07 CA02 CB05 EA02
5H730 AA10 AA14 AS04 AS22 BB02
BB14 BB25 BB57 DD04 EE04
FG02